



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77091

Fujio AKAHANE, et al.

Appln. No.: 10/644,898

Group Art Unit: 1722

Confirmation No.: 6412

Examiner: Not Yet Assigned

Filed: August 21, 2003

For: FORGING PUNCH, METHOD OF MANUFACTURING LIQUID EJECTION HEAD
USING THE SAME, AND LIQUID EJECTION HEAD MANUFACTURED BY THE
METHOD

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which
claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to
acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

Darryl Mexic
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2002-243484
Japan 2003-207934

DM/tmm

Date: November 18, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 4]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0092779

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 紅林 昭治

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】**【識別番号】** 100095728**【弁理士】****【氏名又は名称】** 上柳 雅誉**【連絡先】** 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9**【選任した代理人】****【識別番号】** 100107076**【弁理士】****【氏名又は名称】** 藤網 英吉**【選任した代理人】****【識別番号】** 100107261**【弁理士】****【氏名又は名称】** 須澤 修**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013044**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0109826**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 鍛造加工パンチ，同パンチを用いて製造した液体噴射ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空隙部を介在させて所定ピッチで列設した複数の成形パンチを金属素材に押付けることにより所定ピッチで列設された窪部を成形する鍛造加工パンチであって、列設された上記成形パンチの列の両端部に、上記列設状態の両端部の窪部をダミー窪部として成形するダミー成形パンチを設けたことを特徴とする鍛造加工パンチ。

【請求項 2】 上記ダミー成形パンチは、列設された上記成形パンチの列の両端部に複数配置されている請求項 1 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 3】 上記ダミー成形パンチに隣設されている上記空隙部の深さは、上記ダミー成形パンチ以外の上記成形パンチのあいだに配置されている上記空隙部の深さよりも浅くしてある請求項 1 または 2 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 4】 複数の上記ダミー成形パンチ間の上記空隙部の深さは、上記鍛造加工パンチの最端部側が最も浅く設定され、最端部側から上記成形パンチに近づくに伴って深くなるように設定されている請求項 2 または 3 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 5】 上記窪部が溝状窪部であり、この溝状窪部がその溝幅方向に列設されている請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 6】 上記ダミー窪部がダミー溝状窪部であり、このダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチを備えた請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 7】 上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの幅がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの幅よりも広く設定されている請求項 6 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 8】 上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの幅がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの幅と略同じ幅に設定されている請求項 6 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 9】 上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの先端部分がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの先端部分よりも突出している請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 10】 上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチと上記ダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する上記成形パンチとのあいだに上記ダミー溝状窪部以外の溝状窪部と略同じ溝幅の上記ダミー溝状窪部を形成するダミー成形パンチが配置されている請求項 7 または 9 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 11】 上記成形パンチのピッチは 0.3 mm 以下である請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 12】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口が穿設されて上記溝状窪部の反対側に接合された金属製のノズルプレートとを含む流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板は、上記溝状窪部を成形する成形パンチを備えた鍛造加工パンチによりダミー圧力発生室と圧力発生室が成形され、上記ダミー圧力発生室の深さが他の圧力発生室の深さより深く設定されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 13】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口が穿設されて上記溝状窪部の反対側に接合された金属製のノズルプレートとを含む流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板は、請求項 5 ～ 11 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチで金属素材に上記溝状窪部を成形することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体噴射ヘッド等の部品製造で活用される鍛造加工パンチ、同パンチを用いて製造した液体噴射ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【 0 0 0 3 】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から溝状窪部の形状とされた圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【 0 0 0 4 】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなシリコン基板においては、加工工程が複雑であること等により製造上の問題がある。そこで、従来の記録ヘッドの圧力発生室を、金属素材に鍛造加工を施して成形することが注目されるが、この場合には溝状の窪みの形状をした圧力発生室がその溝幅方向に多数列設されている関係上、列状となった圧力発生室の端部付近のものは、金属素材の流動変形が他の中間部付近の流動変形とは異なった現象を呈し、全圧力発生室を均一に成形することが難しいとされている。そこで、圧力発生室の列の端部の圧力発生室を本来の圧力発生室としての機能を果たさないダミー圧力発生室として活用することが試みられている。

【0 0 0 6】

このように金属素材に鍛造加工でダミー圧力発生室を成形するに当たっては、それに用いる鍛造加工パンチに種々な対策を講じておくことが必要である。

【0 0 0 7】

また、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【0 0 0 8】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、列設された窪部の端部にダミー窪部を成形するのに適した鍛造加工パンチの提供をその主たる目的としている。

【0 0 0 9】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工パンチは、空隙部を介在させて所定ピッチで列設した複数の成形パンチを金属素材に押付けることにより所定ピッ

チで列設された窪部を成形する鍛造加工パンチであって、列設された上記成形パンチの列の両端部に、上記列設状態の両端部の窪部をダミー窪部として成形するダミー成形パンチを設けたことを要旨とする。

【0 0 1 0】

すなわち、列設された成形パンチの列の両端部に、上記列設状態の両端部の窪部をダミー窪部として成形するダミー成形パンチが設けられている鍛造加工パンチである。

【0 0 1 1】

上記鍛造加工パンチによる鍛造加工では、所定ピッチで列設された成形パンチにより、所定ピッチで列設された窪部を同時に成形する。このため、列設された窪部のうち、列の中央寄り部分においては、1つの窪部の両側に窪部が並んで形成されるよう塑性変形が生じ、列の端部では片側にしか並ばない状態に塑性変形が生じる。したがって、列の中央寄り部分と端部では変形挙動が異なることとなり、形成された窪部の形状特性も均一なものとはなりにくい。すなわち、上記成形パンチが金属素材に押付けられると、各成形パンチ近辺の素材は窪部の列設方向に少しずつずれるようにして流動し、最終的にはこれらの各流動量が累積して、列設方向の両端部の窪部と中間部の窪部は異なった異常寸法や異常形状となり、その程度が微小であっても窪部の機能、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室としての機能にばらつきが発生する。しかし、上記ダミー成形パンチによってダミー窪部が成形され、このダミー窪部は本来の窪部としての機能を果たさない状態におかれるため、異常寸法や異常形状はダミー窪部に集中した状態（集中機能）となり、ダミー窪部のとなりに成形された本来の窪部は健全な状態で確保される。

【0 0 1 2】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー成形パンチが、列設された上記成形パンチの列の両端部に複数配置されている場合には、ダミー窪部が複数成形されるので、異常寸法や異常形状は複数のダミー窪部により一層集中した状態（集中機能）となり、ダミー窪部のとなりに成形された本来の窪部は健全な状態で確保される。

【0013】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー成形パンチに隣設されている上記空隙部の深さは、上記ダミー成形パンチ以外の上記成形パンチのあいだに配置されている上記空隙部の深さよりも浅くしてある場合には、窪部の列設方向に流動して累積された素材が、上記の浅く設定された空隙部内へ流動してそこを完全に満たしてしまうので、この箇所における窪部列設方向への素材流動が実質的に絞られた状態になり、素材流動性が著しく制約される。したがって、ダミー窪部のとなりの窪部は必要かつ十分な素材量で成形されることとなり、ダミー窪部のとなりの窪部は、中間部の窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー窪部において果たされる。

【0014】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、複数の上記ダミー成形パンチ間の上記空隙部の深さは、上記鍛造加工パンチの最端部側が最も浅く設定され、最端部側から上記成形パンチに近づくに伴って深くなるように設定されている場合には、窪部の列設方向に流動して累積された素材が、上記の最も浅く設定された空隙部内へ流動してそこを完全に満たし、さらにその後はとなりのもう少し深い空隙部内へ流動してそこも完全に満たしてしまい、このようにして順次空隙部が満たされて行き、満たされた空隙部が複数化される。したがって、このように複数の満たされた空隙部の箇所における窪部列設方向への素材流動が確実に絞られた状態になり、素材流動性が大幅に制約される。よって、ダミー窪部のとなりの窪部は必要かつ十分な素材量で成形されることとなり、ダミー窪部のとなりの窪部は、中間部の窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー窪部において果たされる。

【0015】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記窪部が溝状窪部であり、この溝状窪部がその溝幅方向に列設されている場合には、列設方向の両端部にある溝状窪部は、その窪み形状が細長くてしかも溝状窪部間の隔壁部が薄くされている関係上、上述の素材流動の累積等によって形状や寸法が中間部のものと異なりやすいのであるが、上述のようなダミー窪部の機能が果たされて、両端部の溝状窪部も正常

な形状寸法となる。

【 0 0 1 6 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー窪部がダミー溝状窪部であり、このダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチを備えている場合には、上述のダミー窪部と同様な機能がダミー溝状窪部によって果たされ、ダミー溝状窪部以外の溝状窪部は列設方向全域に渡ってほぼ均一な形状や寸法に成形される。

【 0 0 1 7 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの幅がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの幅よりも広く設定されている場合には、金属素材が広幅のダミー成形パンチによって加圧されるので、この加圧された箇所において溝状窪部の列設方向への素材流動が抑制される。よって、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は必要かつ十分な素材量で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー溝状窪部において果たされる。

【 0 0 1 8 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの幅がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの幅と略同じ幅に設定されている場合には、ダミー窪部成形用のダミー成形パンチの幅と溝状窪部成形用の成形パンチとの幅を同じ寸法にすることができるので、鍛造加工パンチの製作が簡素化され、設備価格の低減にとって有利である。

【 0 0 1 9 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチの先端部分がダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する成形パンチの先端部分よりも突出している場合には、突出しているダミー成形パンチによって加圧される金属素材の量が非常に多くなるので、この加圧された箇所における金属素材の流動が著しく制約されることとなる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチの突出により、溝状窪部の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材の流動が制約されているので、ダミー溝状窪部のとなりの溝状

窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー溝状窪部において果たされる。

【 0 0 2 0 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記ダミー溝状窪部を成形する上記ダミー成形パンチと上記ダミー溝状窪部以外の溝状窪部を成形する上記成形パンチとのあいだに上記ダミー溝状窪部以外の溝状窪部と略同じ溝幅の上記ダミー溝状窪部を形成するダミー成形パンチが配置されている場合には、広幅のダミー成形パンチと本来の機能を果たす溝状窪部を成形する成形パンチとのあいだに、当該成形パンチと同じ幅のダミー成形パンチが配置されているので、広幅のダミー溝状窪部と本来の機能を果たす溝状窪部とにあいだに、当該溝状窪部と同じ幅のダミー溝状窪部が配置される。したがって、上述のような広幅のダミー溝状窪部の機能が不十分であっても、さらにそのとなりにもう 1 重にダミー溝状窪部が配置されているので、本来の機能を果たす溝状窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。また、広幅のダミー溝状窪部のとなりのダミー溝状窪部の幅は、本来の機能を果たす溝状窪部の幅と同じであるから、この同じ幅とされたダミー溝状窪部が不完全な形状や寸法であっても、そのとなりの本来の機能を果たす溝状窪部にまで上記不完全状態が及ばないので、正常な溝状窪部の成形にとって有効である。同時に、上記の「集中機能」が 2 つのダミー溝状窪部において果たされる。

【 0 0 2 1 】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記成形パンチのピッチが 0. 3 mm 以下である場合には、この鍛造加工パンチで精密な微細部品、例えば、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようなときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。

【 0 0 2 2 】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、圧力発生室となる溝状

窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口が穿設されて上記溝状窪部の反対側に接合された金属製のノズルプレートとを含む流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板は、上記溝状窪部を成形する成形パンチを備えた鍛造加工パンチによりダミー圧力発生室と圧力発生室が成形され、上記ダミー圧力発生室の深さが他の圧力発生室の深さより深く設定されていることを要旨とする。

【0023】

すなわち、上記圧力発生室形成板は、上記溝状窪部を成形する成形パンチを備えた鍛造加工パンチによりダミー圧力発生室と圧力発生室が成形され、上記ダミー圧力発生室の深さが他の圧力発生室の深さより深く設定されている。

【0024】

上記ダミー圧力発生室の深さが他の圧力発生室の深さよりも深くなっているのので、ダミー圧力発生室が成形されるときには、他の圧力発生室を成形するときよりもダミー成形パンチによる金属素材の加圧量が大幅に増大する。それによって金属素材の流動が抑制されて、そのとなりで成形される圧力発生室は、その成形にとって必要な金属素材が潤沢に確保されるので、列設端部の圧力発生室であっても中間部の圧力発生室と変わらない形状や寸法が確保できる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチの突出により、溝状窪部の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材の流動が制約されているので、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー溝状窪部において果たされる。このようにしてえられた精度の高い圧力発生室を有する圧力発生室形成板が液体噴射ヘッドに組込まれ、液体噴射特性等の安定した液体噴射ヘッドがえられる。

【0025】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【 0 0 2 6 】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通路を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板と、上記連通路と対応する位置にノズル開口が穿設されて上記溝状窪部の反対側に接合された金属製のノズルプレートとを含む流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板は、請求項 5 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチで金属素材に上記溝状窪部を成形することを要旨とする。

【 0 0 2 7 】

すなわち、上記圧力発生室形成板は、請求項 5 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチで金属素材に溝状窪部を成形してなる。

【 0 0 2 8 】

このため、列設方向の両端部にある溝状窪部は、その窪み形状が細長くてしかも溝状窪部間の隔壁部が薄くされている関係上、列設中間部の溝状窪部成形における素材流動の累積等によって、形状や寸法が中間部のものと異なりやすいのであるが、上述のようなダミー溝状窪部の機能が果たされて、両端部の溝状窪部も正常な形状寸法となる。あるいは、ダミー溝状窪部の幅をダミー溝状窪部以外の溝状窪部の幅よりも広く設定しておくことにより、ダミー溝状窪部以外の溝状窪

部の形状や寸法を正確に製作できる。

【 0 0 2 9 】

さらに、溝状窪部の成形パンチの先端部分よりもダミー成形パンチの先端部分の方が突出しているので、ダミー成形パンチによって加圧される金属素材の量が非常に多くなるので、この加圧された箇所における金属素材の流動が著しく制約されることとなる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチの突出により、溝状窪部の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材の流動が制約されているので、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。

【 0 0 3 0 】

上述の利点は、請求項 5 ～ 1 1 項に記載の鍛造加工パンチを使用することによってえられる作用効果の一部であり、これ以外にも各請求項の内容に応じた良好な製造方法がえられる。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 3 2 】

本発明の鍛造加工パンチ、同パンチを用いて製造された液体噴射ヘッドおよびその製造方法は、液体噴射ヘッドの部品の製造に好適に活用することができるので、図示の実施の形態においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、インクジェット式記録ヘッドの部品製造に適用した例を示している。

【 0 0 3 3 】

図 1 及び図 2 に示すように、記録ヘッド 1 は、ケース 2 と、このケース 2 内に収納される振動子ユニット 3 と、ケース 2 の先端面に接合される流路ユニット 4 と、先端面とは反対側のケース 2 の取付面上に配置される接続基板 5 と、ケース 2 の取付面側に取り付けられる供給針ユニット 6 等から概略構成されている。

【 0 0 3 4 】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0035】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、 $50\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0036】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0037】

フレキシブルケーブル9は、固定板8とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子10と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル9の表面には、圧電振動子10の駆動等を制御するための制御用IC11が実装されている。また、各圧電振動子10…を支持する固定板8は、圧電振動子10からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0038】

上記のケース2は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース2を熱硬化性樹脂で成型しているのは、こ

の熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 12 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 13 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）14 となる先端凹部 15 が形成されている。

【0039】

収納空部 12 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 12 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 10 の先端が開口から臨む状態で収納空部 12 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0040】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 12 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0041】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

【0042】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0043】

上記の供給針ユニット6は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ18と、インク供給針19と、フィルタ20とから概略構成される。

【0044】

インク供給針19は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針19の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針19の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド1は2種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針19を2本備えている。

【0045】

針ホルダ18は、インク供給針19を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針19の根本部分を止着するための台座21を2本分横並びに形成している。この台座21は、インク供給針19の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ18の板厚方向を貫通するインク排出口22を形成している。また、この針ホルダ18には、フランジ部を側方に延出している。

【0046】

フィルタ20は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ20は、台座21内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0047】

そして、この供給針ユニット6は、図2に示すように、ケース2の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット6のインク排出口22とケース2の接続口16とは、パッキン23を介して液密状態で連通する。

【0048】

次に、上記の流路ユニット4について説明する。この流路ユニット4は、圧力発生室形成板30の一方の面にノズルプレート31を、圧力発生室形成板30の他方の面に弾性板32を接合した構成である。

【 0 0 4 9 】

圧力発生室形成板 3 0 は、図 4 に示すように、溝状窪部 3 3 と、連通口 3 4 と、逃げ凹部 3 5 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 3 0 を、厚さ 0. 3 5 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【 0 0 5 0 】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 3 0、弾性板 3 2 及びノズルプレート 3 1 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子 1 0 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3 0、3 1、3 2 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3 0、3 1、3 2 に剥離等の不具合は生じ難い。

【 0 0 5 1 】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド 1 では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【 0 0 5 2 】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板 3 0 を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 3 0 に形成される溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。

そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 33 や連通口 34 を高い寸法精度で形成することができる。

【0053】

なお、圧力発生室形成板 30 に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0054】

溝状窪部 33 は、圧力発生室 29 となる溝状の窪部であり、図 5 に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約 0.1 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝を溝幅方向に 180 個列設している。この溝状窪部 33 の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されて V 字状に窪んでいる。底面を V 字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室 29、29 同士を区画する隔壁部 28 の剛性を高めるためである。すなわち、底面を V 字状に窪ませることにより、隔壁部 28 の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部 28 の剛性が高まる。そして、隔壁部 28 の剛性が高くなると、隣の圧力発生室 29 からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室 29 からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面を V 字状に窪ませることにより、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、この V 字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば 90 度前後である。さらに、隔壁部 28 における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室 29…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0055】

また、本実施形態における溝状窪部 33 に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部 33 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0056】

さらに、両端部の溝状窪部 33、33 に隣接させてこの溝状窪部 33 よりも幅

広なダミー窪部 36 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 36 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部 36 は、幅約 0.2 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 36 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 28 の剛性を高めるため、及び、ダミー窪部 36 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0057】

そして、各溝状窪部 33…及び一对のダミー窪部 36、36 によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

【0058】

連通口 34 は、溝状窪部 33 の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口 34 は、溝状窪部 33 毎に形成されており、1 つの窪部列に 180 個形成されている。本実施形態の連通口 34 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 37 と、溝状窪部 33 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 38 とから構成されている。

【0059】

そして、第 1 連通口 37 と第 2 連通口 38 とは断面積が異なっており、第 2 連通口 38 の内寸法が第 1 連通口 37 の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口 34 をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板 30 は、厚さ 0.35 mm のニッケル板を加工することで作製しているため、連通口 34 の長さは、溝状窪部 33 の深さを差し引いても 0.25 mm 以上となる。そして、連通口 34 の幅は、溝状窪部 33 の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1 mm 未満に設定される。このため、連通口 34 を 1 回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施形態では、加工を 2 回に分け、1 回目の加工では第 1 連通口 37 を板厚方向の途中まで形成し、2 回目の加工で第 2 連通口 38 を形成している。なお、この連通口 34 の加工手順については、後で説明する。

【 0 0 6 0 】

また、ダミー窪部 3 6 にはダミー連通口 3 9 が形成されている。このダミー連通口 3 9 は、上記の連通口 3 4 と同様に、第 1 ダミー連通口 4 0 と第 2 ダミー連通口 4 1 とから構成されており、第 2 ダミー連通口 4 1 の内寸法が第 1 ダミー連通口 4 0 の内寸法よりも小さく設定されている。

【 0 0 6 1 】

なお、本実施形態では、上記の連通口 3 4 及びダミー連通口 3 9 に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【 0 0 6 2 】

逃げ凹部 3 5 は、共通インク室 1 4 におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース 2 の先端凹部 1 5 と略同じ形状であって、深さが溝状窪部 3 3 と等しい台形状の凹部によって構成している。

【 0 0 6 3 】

次に、上記の弾性板 3 2 について説明する。この弾性板 3 2 は、封止板の一種であり、例えば、支持板 4 2 上に弾性体膜 4 3 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板 4 2 としてステンレス板を用い、弾性体膜 4 3 として P P S（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【 0 0 6 4 】

図 6 に示すように、弾性板 3 2 には、ダイヤフラム部 4 4 と、インク供給口 4 5 と、コンプライアンス部 4 6 とを形成している。

【 0 0 6 5 】

ダイヤフラム部 4 4 は、圧力発生室 2 9 の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部 4 4 は溝状窪部 3 3 の開口面を封止し、この溝状窪部 3 3 と共に圧力発生室 2 9 を区画形成する。このダイヤフラム部 4 4 は、図 7（a）に示すように、溝状窪部 3 3 に対応した細長い形状であり、溝状窪部 3 3 を封止する封止領域に対し、各溝状窪部 3 3 …毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部 4 4 の幅は溝状窪部 3 3 の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部 4

4の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図2に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪部33の一端（連通口34側の端部）に揃えている。

【0066】

このダイヤフラム部44は、図7（b）に示すように、溝状窪部33に対応する部分の支持板42をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜43のみとすることで作製され、この環内には島部47を形成している。この島部47は、圧電振動子10の先端面が接合される部分である。

【0067】

インク供給口45は、圧力発生室29と共通インク室14とを連通するための孔であり、弾性板32の板厚方向を貫通している。このインク供給口45も、ダイヤフラム部44と同様に、溝状窪部33に対応する位置に各溝状窪部33…毎に形成されている。このインク供給口45は、図2に示すように、連通口34とは反対側の溝状窪部33の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口45の直径は、溝状窪部33の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0068】

このようにインク供給口45を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室29と共通インク室14との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド1では、圧力発生室29内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室29内のインク圧力をできるだけ共通インク室14側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口45を微細な貫通孔によって構成している。

【0069】

そして、本実施形態のように、インク供給口45を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口45は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である

。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0070】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0071】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0072】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48…を開設している。本実施形態では、合計 180 個のノズル開口 48…を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、すなわち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48…が臨む。

【0073】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部 47 周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押

されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

【0074】

さらに、弾性板 32（すなわち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

【0075】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通って共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

【0076】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

【0077】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29（溝状窪部 33）の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29，29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これ

により、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0078】

また、本実施形態では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29 …へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0079】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室 29, 29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部 36 と弾性板 32 とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29, 29 に関し、片側には隣の圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29, 29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 29 …における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0080】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29 …の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0081】

さらに、本実施形態では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているので、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成

の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

【0082】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0083】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0084】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す雄型 51 と図 9 に示す雌型 52 とを用いる。この雄型 51 は、溝状窪部 33 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 33 を形成するための突条部 53 を、溝状窪部 33 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 53 に隣接させてダミー窪部 36 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 53 の先端部分 53a は先細りした山形とされており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 45 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 53 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 53a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53a における長手方向の両端は、図 8（a）に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0085】

また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29、29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33、33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は

四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

【0086】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 10（a）に示すように、雌型 52 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 55 を載置し、帯板 55 の上方に雄型 51 を配置する。次に、図 10（b）に示すように、雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を帯板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53 a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53 a を帯板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 10（c）に示すように、帯板 55 の板厚方向の途中まで行う。

【0087】

突条部 53 の押し込みにより、帯板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53 a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 53 a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 53 a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 53 のあいだに設けられた空隙部 53 b 内に流入し隔壁部 28 が成形される。さらに、先端部分 53 a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0088】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易になる。

【0089】

また、突条部 5 3 で押圧されたことにより、帯板 5 5 の一部は隣り合う突条部 5 3, 5 3 の空間内に隆起する。ここで、雌型 5 2 に設けた筋状突起 5 4 は、突条部 5 3, 5 3 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 5 5 の流れを補助する。これにより、突条部 5 3 間の空間に対して効率よく帯板 5 5 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0090】

上記ダミー窪部 3 6 と弾性板 3 2 とによって区画されるダミー圧力発生室の機能は、前述のように列両端部の圧力発生室 2 9, 2 9 に関し、片側には隣りの圧力発生室 2 9 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列両端部の圧力発生室 2 9, 2 9 に関し、その圧力発生室 2 9 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 2 9 …における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 2 9 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0091】

以下、上記ダミー圧力発生室の成形に適した鍛造加工パンチの事例を詳しく説明する。

【0092】

図 1 1 ~ 図 1 4 は上記鍛造加工パンチ、同パンチを用いた液体噴射ヘッドおよびその製造方法の実施の形態を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0093】

なお、前述の雄型 5 1 および雌型 5 2 により帯板（素材） 5 5 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。また、以下の説明において使用されているダミー圧力発生室、ダミー溝状窪部、ダミー窪部は同義語であり、さらに、圧力発生室と溝状窪部も同義語であり、成形パンチと突条部も同義語である。

【0094】

雄型 5 1 に多数の成形パンチ 5 1 a が配列されている。溝状窪部 3 3 すなわち

圧力発生室 29 を成形するために、この成形パンチ 51 a を細長く変形して、突条部 53 とされている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51 a のあいだに空隙部 53 b (図 8, 図 10 参照) が設けられている。上記雄型 51 が素材である圧力発生室形成板 30 に押込まれた状態が、図 11 に示してある。

【0095】

なお、以下に説明するダミー圧力発生室、ダミー溝状窪部、ダミー窪部あるいはそれを成形するダミー成形パンチは、雄型 51 すなわち鍛造加工パンチの両端部に配置されているが、各図においては片側だけを図示してある。

【0096】

図 11 に示す第 1 の実施の形態においては、突条部 53 すなわち成形パンチ 51 a の幅が列設方向の全域において均一となっている。そして、雄型 51 の端部に 3 つのダミー成形パンチ 51 b が配置され、そこに形成されている空隙部 53 b の深さは、ダミー成形パンチ 51 b 以外の成形パンチ 51 a の空隙部 53 b の深さよりも浅く設定されている。

【0097】

また、ダミー成形パンチ 51 b の部分の空隙部 53 b の深さは、雄型 51 の端部に最も近い空隙部 53 b の深さが最も浅く設定され、それから離れて行くのに伴って空隙部 53 b の深さが深くなっている。このように順次そのとなりの空隙部 53 b の深さが深くなって成形パンチ 51 a の空隙部 53 b の深さに連なって行くようになっている。

【0098】

図 11 (B) のように雄型 51 がニッケル製の圧力発生室形成板 30 に押付けられると、成形パンチ 51 a とダミー成形パンチ 51 b は同時に圧力発生室形成板 30 に押込まれ、このときに流動した金属素材 30 が空隙部 53 b 内に押込まれる。(B) に示すように最も浅い空隙部 53 b 内には金属素材 30 がその奥まで流動し素材 30 で満たされている。さらに雄型 51 が押込まれると、そのとなりの空隙部 53 b も素材 30 で満たされる。

【0099】

上記鍛造加工パンチによる鍛造加工では、所定ピッチで列設された成形パンチ 51a により、所定ピッチで列設された圧力発生室 29 を同時に成形する。このため、列設された圧力発生室 29 のうち、列の中央寄り部分においては、1つの圧力発生室 29 の両側に圧力発生室 29 が並んで形成されるよう塑性変形が生じ、列の端部では片側にしか並ばない状態に塑性変形が生じる。したがって、列の中央寄り部分と端部では変形挙動が異なることとなり、形成された圧力発生室 29 の形状特性も均一なものとはなりにくい。すなわち、上記のように成形パンチ 51a が金属素材 30 に押付けられると、各成形パンチ 51a 近辺の金属素材 30 は圧力発生室 29 の列設方向に少しずつずれるようにして流動し、最終的にはこれらの各流動量が累積して、列設方向の両端部の圧力発生室 29 と中間部の圧力発生室 29 は異なった異常寸法や異常形状となり、その程度が微小であっても圧力発生室 29 の機能、例えば、記録ヘッド 1 のインク滴の吐出機能にばらつきが発生する。しかし、上記ダミー成形パンチ 51b によってダミー圧力発生室 33a が成形され、このダミー圧力発生室 33a は本来の圧力発生室 29 としての機能を果たさない状態におかれるため、異常寸法や異常形状はダミー圧力発生室 33a に集中した状態（集中機能）となり、ダミー圧力発生室 33a のとなりに成形された本来の圧力発生室 29 は健全な状態で確保される。

【0100】

ダミー圧力発生室 33a が複数成形されるので、異常寸法や異常形状は複数のダミー圧力発生室 33a に集中した状態（集中機能）となり、ダミー圧力発生室 33a のとなりに成形された本来の圧力発生室 29 は健全な状態で確保される。

【0101】

圧力発生室 29 の列設方向に流動して累積された素材 30 が、上記の浅く設定された空隙部 53b 内へ流動してそこを完全に満たしてしまうので、この箇所における圧力発生室 29 の列設方向への素材流動が実質的に絞られた状態になり、素材流動性が著しく制約される。したがって、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は必要かつ十分な素材量で成形されることとなり、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は、中間部の圧力発生室 29 の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミ

ー圧力発生室 3 3 a において果たされる。

【0 1 0 2】

列設方向の両端部にある圧力発生室 2 9 は、その窪み形状が細長くてしかも圧力発生室 2 9 間の隔壁部 2 8 が薄くされている関係上、上述の素材流動の累積等によって形状や寸法が中間部のものと異なりやすいのであるが、上述のようなダミー圧力発生室 3 3 a の機能が果たされて、両端部の圧力発生室 2 9、2 9 も正常な形状寸法となる。

【0 1 0 3】

図 1 2 は、本発明の鍛造加工パンチの第 2 の実施の形態を示す。

【0 1 0 4】

この実施の形態においては、ダミー成形パンチ 5 1 b の幅が、他の成形パンチ 5 1 a の幅すなわちダミー圧力発生室 3 3 a 以外の圧力発生室 2 9 を成形する成形パンチ 5 1 a の幅よりも広く設定されている場合である。それ以外は、上記実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【0 1 0 5】

したがって、金属素材 3 0 が広幅のダミー成形パンチ 5 1 b によって加圧されるので、この加圧された箇所において圧力発生室 2 9 の列設方向への素材流動が抑制される。よって、ダミー圧力発生室 3 3 a のとなりの圧力発生室 2 9 は必要かつ十分な素材量で成形されることとなり、ダミー圧力発生室 3 3 a のとなりの圧力発生室 2 9 は、中間部の圧力発生室 2 9 の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー圧力発生室 3 3 a において果たされる。それ以外は、上記実施の形態と同様の作用効果を奏する。

【0 1 0 6】

なお、この実施の形態において、ダミー成形パンチ 5 1 b と成形パンチ 5 1 a との幅を同じにすることにより、鍛造加工パンチの製作が簡素化され、設備価格の低減にとって有利なものとすることができる。

【0 1 0 7】

図 1 3 は、本発明の鍛造加工パンチの第 3 の実施の形態を示す。

【0 1 0 8】

この実施の形態においては、広幅とされたダミー成形パンチ 51b の先端部分 53a が他の成形パンチ 51a の先端部分 53a よりも突出している場合である。それ以外は、上記各実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【0109】

したがって、突出しているダミー成形パンチ 51b によって加圧される金属素材 30 の量が非常に多くなるので、この加圧された箇所における金属素材 30 の流動が著しく制約される。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチ 51b の突出により、圧力発生室 29 の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材 30 の流動が制約されているので、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は、中間部の圧力発生室 29 の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー圧力発生室 33a において果たされる。それ以外は、上記各実施の形態と同様の作用効果を奏する。

【0110】

図 12、図 13 は、本発明の鍛造加工パンチの第 4 の実施の形態をも示す。

【0111】

この実施の形態は、上記ダミー圧力発生室 33a を成形するダミー成形パンチ 51b とダミー圧力発生室 33a 以外の圧力発生室 29 を成形する成形パンチ 51a とのあいだに上記ダミー圧力発生室 33a 以外の圧力発生室 29 と略同じ溝幅のダミー圧力発生室 33b を形成するダミー成形パンチ 51c が配置されている場合である。広幅のダミー成形パンチ 51b と本来の機能を果たす圧力発生室 29 を成形する成形パンチ 51a とのあいだに、当該成形パンチ 51a と同じ幅のダミー成形パンチ 51c が配置されているので、広幅のダミー圧力発生室 33a と本来の機能を果たす圧力発生室 29 とにあいだに、当該圧力発生室 29 と同じ幅のダミー圧力発生室 33b が配置される。それ以外は、上記各実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【0112】

したがって、上述のような広幅のダミー圧力発生室 33a の機能が不十分であっても、さらにそのとなりにもう 1 重にダミー圧力発生室 33b が配置されているので、本来の機能を果たす圧力発生室 29 は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、中間部の圧力発生室 29 の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。また、広幅のダミー圧力発生室 33a のとなりのダミー圧力発生室 33b の幅は、本来の機能を果たす圧力発生室 29 の幅と同じであるから、この同じ幅とされたダミー圧力発生室 33b が不完全な形状や寸法であっても、そのとなりの本来の機能を果たす圧力発生室 29 にまで上記の不完全状態が及ばないので、正常な圧力発生室 29 の成形にとって有効である。同時に、上記の「集中機能」が 2 つのダミー圧力発生室 33a, 33b において果たされる。それ以外は、上記各実施の形態と同様の作用効果を奏する。

【0113】

また、この実施の形態において、図 13 に示すように、広幅のダミー成形パンチ 51b が他の成形パンチ 51a よりも突出していることにより、ダミー圧力発生室 33b への成形上の影響を少なくし、結果的に、本来の機能を果たす圧力発生室 29 の成形精度を一層向上させることができる。

【0114】

なお、図 14 に示すように、突出したダミー成形パンチ 51b, 端部側の浅い空隙部 53b, 全て同じ幅のパンチ等を包括的に組合わせることにより、すでに述べた作用効果を得ることができ、また、図 14 に示すような構造は本発明の実施の形態の 1 つでもある。

【0115】

上記成形パンチ 51a のピッチ寸法は 0.14mm であり、この鍛造加工パンチで精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室 29 を加工するようになるときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。図示の実施の形態は、成形パンチ 51a のピッチが 0.14mm であるが、このピッチについては、0.3mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。このピッチは好ましくは 0.2mm 以下、より好ましくは

0. 15 mm以下である。

【0116】

上記金属素材30である圧力発生室形成板をニッケル板で構成することにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工方法をニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。

【0117】

本発明の鍛造加工パンチを用いて製造された液体噴射ヘッド1は、圧力発生室29となる溝状窪部33が列設されると共に、各圧力発生室29の一端に板厚方向に貫通する連通口34を形成した金属製の圧力発生室形成板30と、圧力発生室29の開口面を封止すると共に、圧力発生室29の他端に対応する位置にインク供給口45を穿設した金属材製の弾性板32と、前記連通口34と対応する位置にノズル開口48が穿設されて圧力発生室29の反対側に接合された金属製のノズルプレート31とを含む流路ユニット4を備えた液体噴射ヘッド1であって、上記圧力発生室形成板30は、圧力発生室29を成形する成形パンチ51aを備えた鍛造加工パンチ51によりダミー圧力発生室33aと圧力発生室29が成形され、上記ダミー圧力発生室33aの深さが他の圧力発生室29の深さより深く設定されている。

【0118】

上記ダミー圧力発生室33aの深さが他の圧力発生室29の深さよりも深くなっているため、ダミー圧力発生室33aが成形されるときには、他の圧力発生室29を成形するときよりもダミー成形パンチ51bによる金属素材30の加圧量が大幅に増大する。それによって金属素材30の流動が抑制されて、そのとなりで成形される圧力発生室29は、その成形にとって必要な金属素材30が潤沢に確保されるので、列設端部の圧力発生室29であっても中間部の圧力発生室29

ど変わらない形状や寸法が確保できる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチ 51b の突出により、圧力発生室 29 の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材 30 の流動が制約されているので、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー圧力発生室 33a のとなりの圧力発生室 29 は、中間部の圧力発生室 29 の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー圧力発生室 33a において果たされる。このようにしてえられた精度の高い圧力発生室 29 を有する圧力発生室形成板 30 が液体噴射ヘッド 1 に組込まれ、液体噴射特性等の安定した液体噴射ヘッド 1 がえられる。

【0119】

また、圧力発生室形成板 30 を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 30、弾性板 32 及びノズルプレート 31 の線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材 30、32、31 は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0120】

さらに、本発明の鍛造加工パンチを用いた液体噴射ヘッド 1 の製造方法は、製造の対象となる液体噴射ヘッド 1 が、圧力発生室 29 となる溝状窪部 33 が列設されると共に、各圧力発生室 29 の一端に板厚方向に貫通する連通口 34 を形成した金属製の圧力発生室形成板 30 と、圧力発生室 29 の開口面を封止すると共に、圧力発生室 29 の他端に対応する位置にインク供給口 45 を穿設した金属材料製の弾性板 32 と、前記連通口 34 と対応する位置にノズル開口 48 が穿設されて圧力発生室 29 の反対側に接合された金属製のノズルプレート 31 とを含む流

路ユニット4を備えたものであって、上記圧力発生室形成板30は、請求項5～11のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ1で圧力発生室形成板30に圧力発生室29を成形することにより液体噴射ヘッド1をつくるものである。

【0121】

したがって、列設方向の両端部にある圧力発生室29、29は、その窪み形状が細長くてしかも圧力発生室29・・・間の隔壁部28が薄くされている関係上、列設中間部の圧力発生室29の成形における素材流動の累積等によって、形状や寸法が中間部のものと異なりやすいのであるが、上述のようなダミー圧力発生室33aの機能が果たされて、両端部の圧力発生室29、29も正常な形状寸法となる。あるいは、ダミー圧力発生室33aの幅をダミー圧力発生室33a以外の圧力発生室29の幅よりも広く設定しておくことにより、ダミー圧力発生室33a以外の圧力発生室29を形状や寸法を正確に製作できる。

【0122】

さらに、圧力発生室29の成形パンチ51aの先端部分53aよりもダミー成形パンチ51bの先端部分53aの方が突出しているので、ダミー成形パンチ51bによって加圧される金属素材30の量が非常に多くなるので、この加圧された箇所における金属素材30の流動が著しく制約されることとなる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチ51bの突出により、圧力発生室29の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材30の流動が制約されているので、ダミー圧力発生室33aのとなりの圧力発生室29は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー圧力発生室33aのとなりの圧力発生室29は、中間部の圧力発生室29の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。

【0123】

上述の利点は、請求項5～11項に記載の鍛造加工パンチ1を使用することによってえられる作用効果の一部であり、これ以外にも各請求項の内容に応じた良好な製造方法がえられ、これらの利点は上記請求項における鍛造加工パンチの作用効果から容易に類推することができる。

【0124】

図 1 5 に例示した記録ヘッド 1 ' は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子 6 1 を用いたものである。この例では、上記の弾性板 3 2 に代えて、コンプライアンス部 4 6 とインク供給口 4 5 とを設けた封止基板 6 2 を用い、この封止基板 6 2 によって圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側を封止している。また、この例では、圧力発生室 2 9 内における封止基板 6 2 の表面に発熱素子 6 1 を取り付けている。この発熱素子 6 1 は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板 3 0 やノズルプレート 3 1 等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【 0 1 2 5 】

この記録ヘッド 1 ' では、発熱素子 6 1 への給電により、圧力発生室 2 9 内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室 2 9 内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口 4 8 からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド 1 ' でも、圧力発生室形成板 3 0 を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【 0 1 2 6 】

また、連通口 3 4 に関し、上記実施形態では、溝状窪部 3 3 の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口 3 4 を溝状窪部 3 3 における長手方向略中央に形成して、溝状窪部 3 3 の長手方向両端にインク供給口 4 5 及びそれと連通する共通インク室 1 4 を配置してもよい。このようにすることにより、インク供給口 4 5 から連通口 3 4 に至る圧力発生室 2 9 内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【 0 1 2 7 】

上述の実施の形態は、インクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドであるが、本発明における液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【 0 1 2 8 】

【発明の効果】

以上のように、本発明の鍛造加工パンチ、同パンチを用いて製造した液体噴射

ベッドおよびその製造方法によれば、鍛造加工パンチに関しては、上記鍛造加工パンチによる鍛造加工では、所定ピッチで列設された成形パンチにより、所定ピッチで列設された窪部を同時に成形する。このため、列設された窪部のうち、列の中央寄り部分においては、1つの窪部の両側に窪部が並んで形成されるよう塑性変形が生じ、列の端部では片側にしか並ばない状態に塑性変形が生じる。したがって、列の中央寄り部分と端部では変形挙動が異なることとなり、形成された窪部の形状特性も均一なものとはなりにくい。すなわち、上記成形パンチが金属素材に押付けられると、各成形パンチ近辺の素材は窪部の列設方向に少しずつずれるようにして流動し、最終的にはこれらの各流動量が累積して、列設方向の両端部の窪部と中間部の窪部は異なった異常寸法や異常形状となり、その程度が微小であっても窪部の機能、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室としての機能にばらつきが発生する。しかし、上記ダミー成形パンチによってダミー窪部が成形され、このダミー窪部は本来の窪部としての機能を果たさない状態におかれるため、異常寸法や異常形状はダミー窪部に集中した状態（集中機能）となり、ダミー窪部のとなりに成形された本来の窪部は健全な状態で確保される。

【 0 1 2 9 】

また、上記鍛造加工パンチを用いて製造された液体噴射ヘッドに関しては、上記ダミー圧力発生室の深さが他の圧力発生室の深さよりも深くなっているため、ダミー圧力発生室が成形されるときには、他の圧力発生室を成形するときよりもダミー成形パンチによる金属素材の加圧量が大幅に増大する。それによって金属素材の流動が抑制されて、そのとなりで成形される圧力発生室は、その成形にとって必要な金属素材が潤沢に確保されるため、列設端部の圧力発生室であっても中間部の圧力発生室と変わらない形状や寸法が確保できる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチの突出により、溝状窪部の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材の流動が制約されているため、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なものとなる。同時に、上記の「集中機能」がダミー溝状窪部において果たされる。このようにしてえられた精度の高い圧力

発生室を有する圧力発生室形成板が液体噴射ヘッドに組込まれ、液体噴射特性等の安定した液体噴射ヘッドがえられる。

【0130】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0131】

さらに、液体噴射ヘッドの製造方法に関しては、列設方向の両端部にある溝状窪部は、その窪み形状が細長くてしかも溝状窪部間の隔壁部が薄くされている関係上、列設中間部の溝状窪部成形における素材流動の累積等によって、形状や寸法が中間部のものと異なりやすいのであるが、上述のようなダミー溝状窪部の機能が果たされて、両端部の溝状窪部も正常な形状寸法となる。あるいは、ダミー溝状窪部の幅をダミー溝状窪部以外の溝状窪部の幅よりも広く設定しておくことにより、ダミー溝状窪部以外の溝状窪部の形状や寸法を正確に製作できる。

【0132】

さらに、溝状窪部の成形パンチの先端部分よりもダミー成形パンチの先端部分の方が突出しているので、ダミー成形パンチによって加圧される金属素材の量が非常に多くなるので、この加圧された箇所における金属素材の流動が著しく制約されることとなる。とくに、上記の流動制約はダミー成形パンチの突出により、溝状窪部の成形初期の段階で実行される。よって、初期段階で金属素材の流動が制約されているので、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、必要かつ十分な素材量が潤沢に保持された環境下で成形されることとなり、ダミー溝状窪部のとなりの溝状窪部は、中間部の溝状窪部の寸法や形状と変わるところのない正常なも

のとなる。

【0 1 3 3】

上述の利点は、請求項 5 ～ 1 1 項に記載の鍛造加工パンチを使用することによってえられる作用効果の一部であり、これ以外にも各請求項の内容に応じた良好な製造方法がえられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図 3】

(a) 及び (b) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図 4】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図 5】

圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図 4 における X 部分の拡大図、(b) は (a) における A - A 断面図、(c) は (a) における B - B 断面図である。

【図 6】

弾性板の平面図である。

【図 7】

弾性板の説明図であり、(a) は図 6 における Y 部分の拡大図、(b) は (a) における C - C 断面図である。

【図 8】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図 9】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 1 0】

(a) ～ (c) は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図 1 1】

本発明の鍛造加工パンチの第 1 の実施の形態を示す図であり、(A) は雄型の側面図、(B) は金属素材が加圧された状態を示す側面図である。

【図 1 2】

本発明の鍛造加工パンチの第 2 の実施の形態を示す図であり、金属素材が加圧された状態を示す側面図である。

【図 1 3】

本発明の鍛造加工パンチの第 3 の実施の形態を示す図であり、金属素材が加圧された状態を示す側面図である。

【図 1 4】

他の鍛造加工パンチの例を示す側面図である。

【図 1 5】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

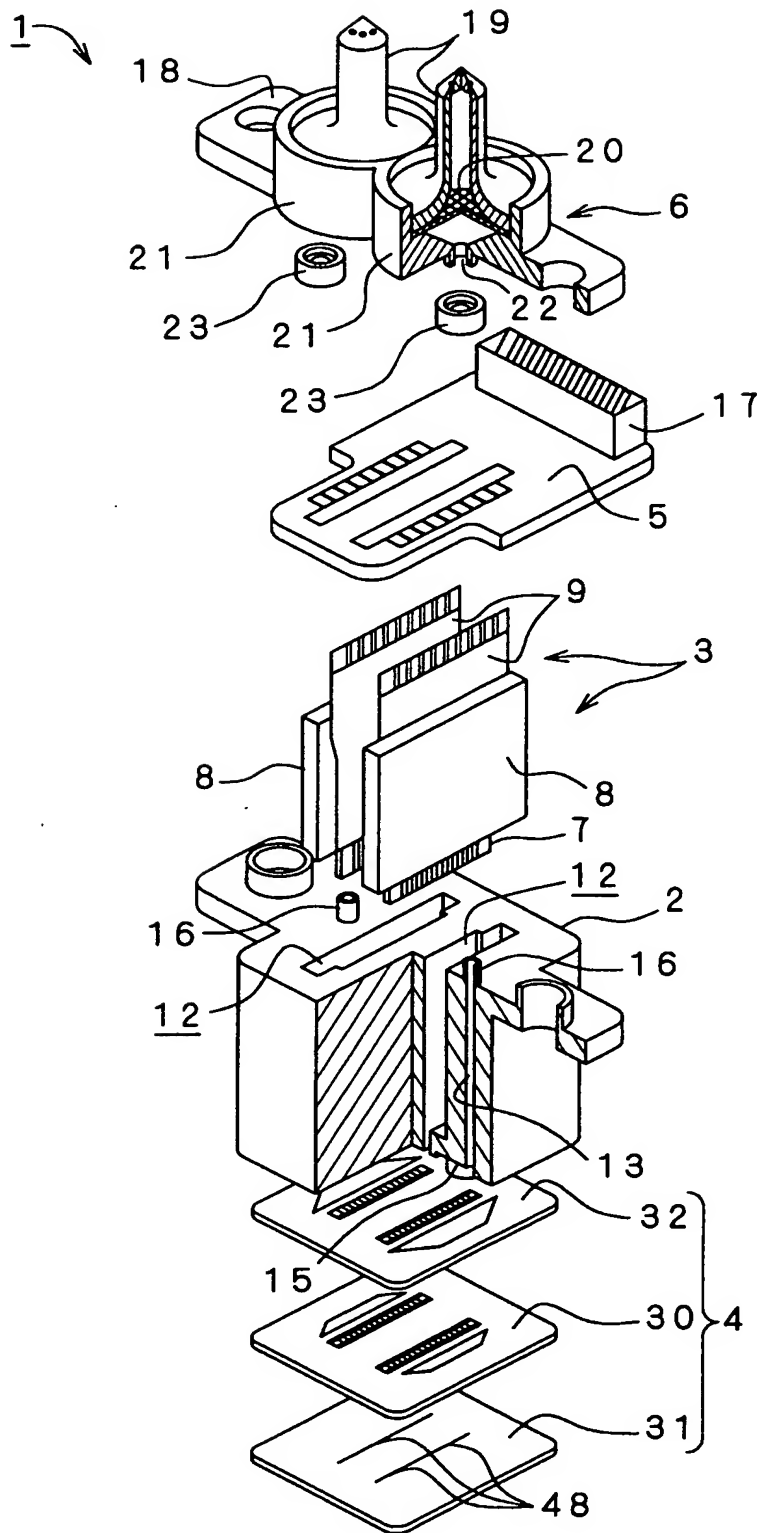
- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板
- 9 フレキシブルケーブル
- 10 圧電振動子
- 10 a ダミー振動子
- 10 b 駆動振動子
- 11 制御用 I C
- 12 収納空部

- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 パッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板
- 3 3 溝状窪部
- 3 3 a ダミー窪部, ダミー溝状窪部, ダミー圧力発生室
- 3 3 b ダミー圧力発生室
- 3 4 連通口
- 3 5 逃げ凹部
- 3 6 ダミー窪部
- 3 7 第 1 連通口
- 3 8 第 2 連通口
- 3 9 ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜

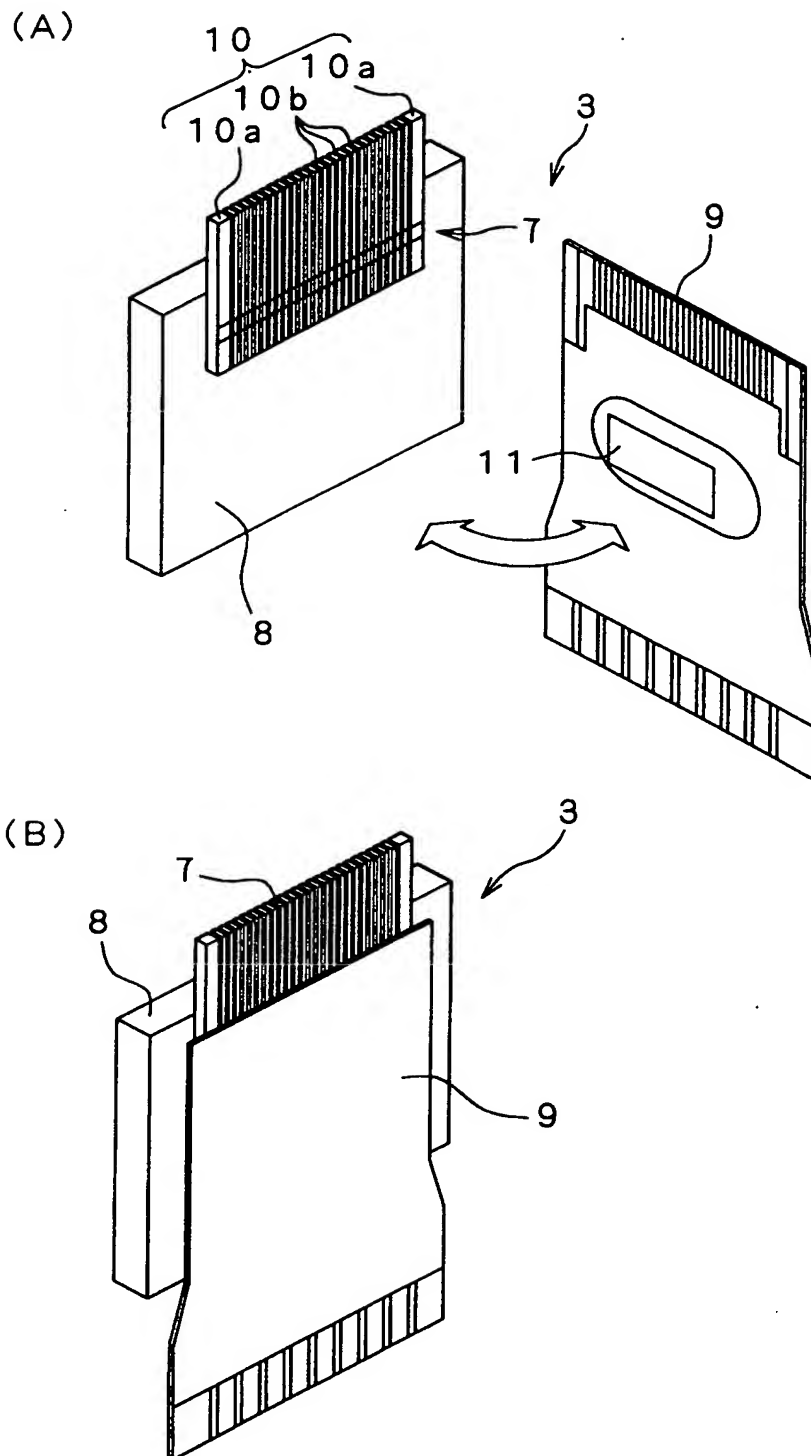
- 4 4 ダイヤフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 6 コンプライアンス部
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 雄型，鍛造加工パンチ
- 5 1 a 成形パンチ
- 5 1 b ダミー成形パンチ
- 5 1 c ダミー成形パンチ
- 5 2 雌型
- 5 3 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 3 b 空隙部
- 5 4 筋状突起
- 5 5 帯板，素材
- 6 1 発熱素子
- 6 2 封止基板

【書類名】 図面

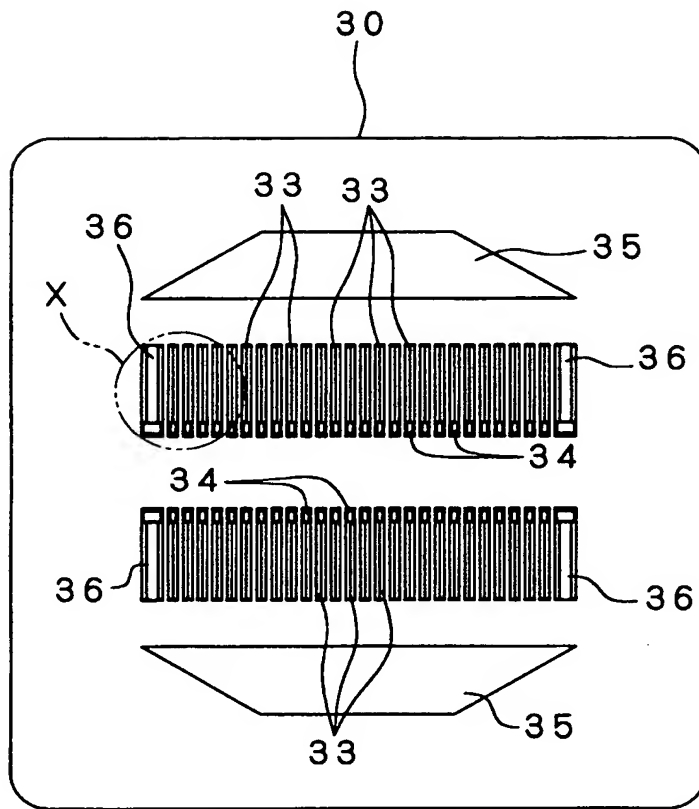
【図 1】



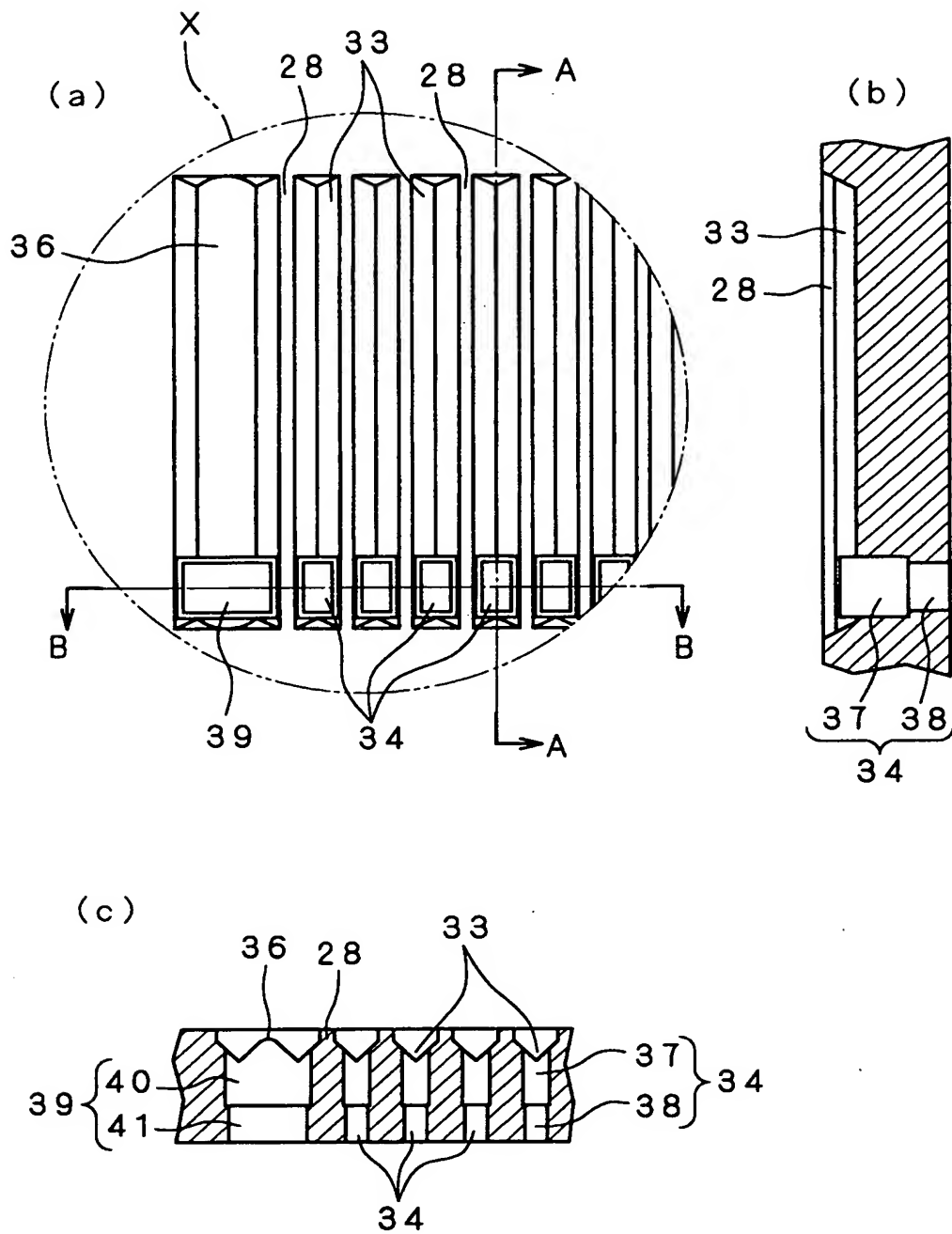
【図 3】



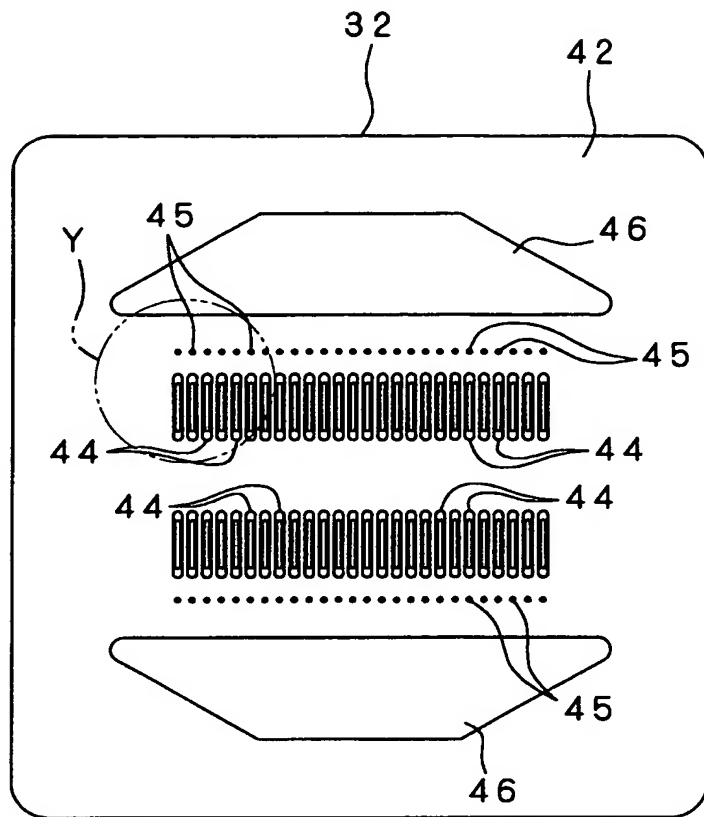
【図 4】



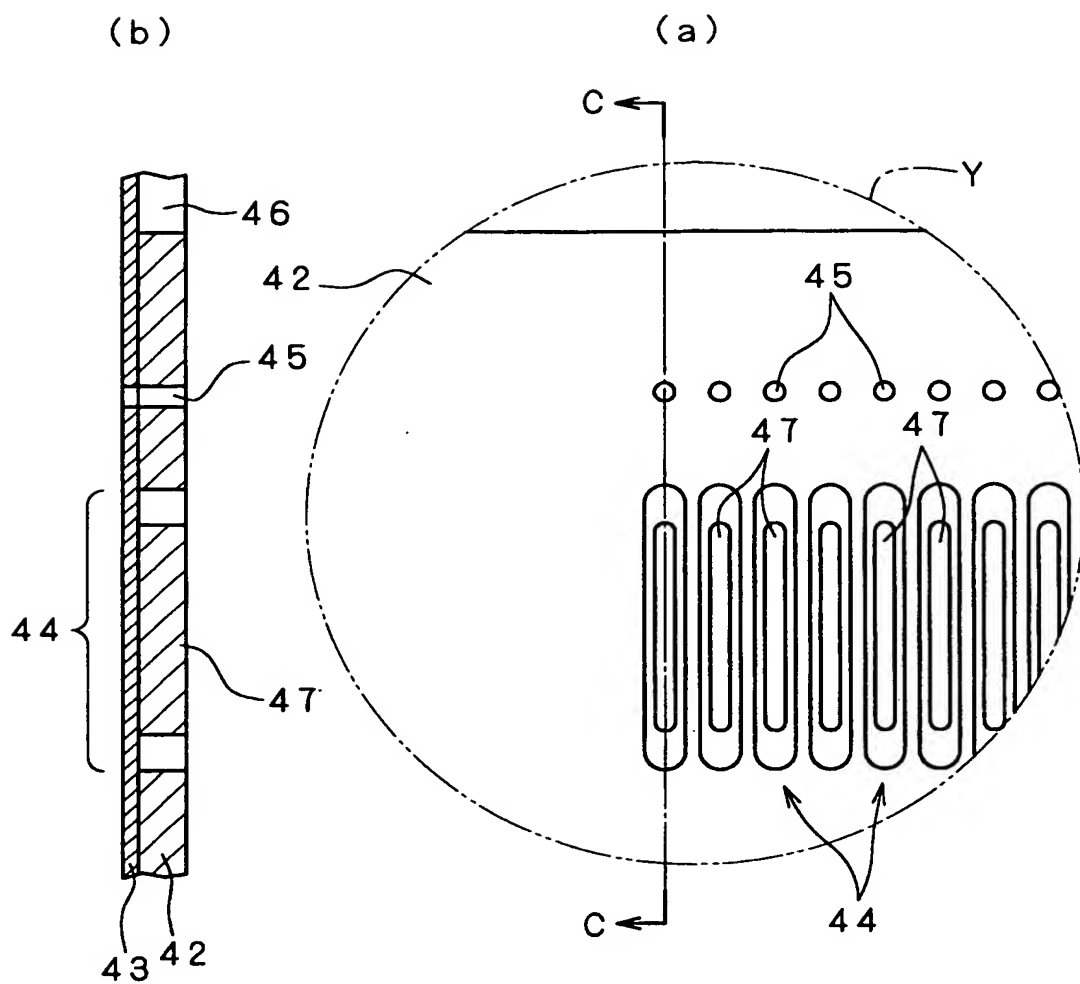
【図 5】



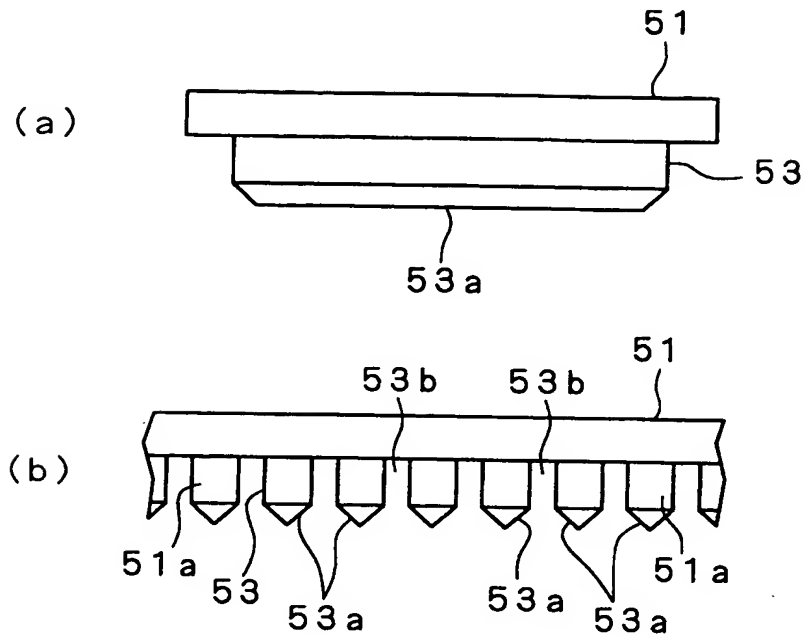
【図 6】



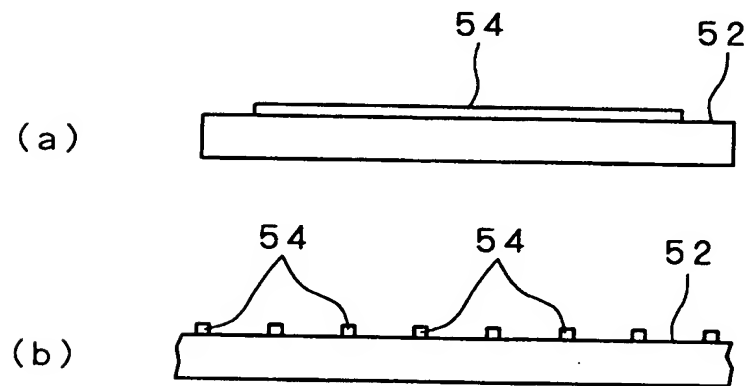
【図 7】



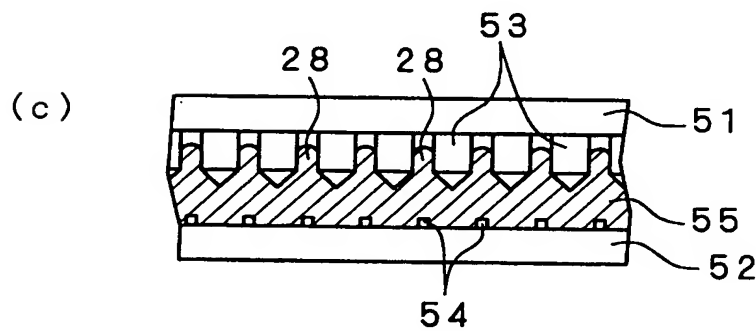
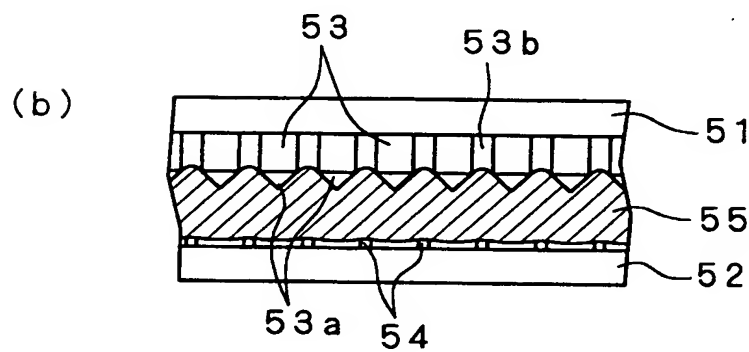
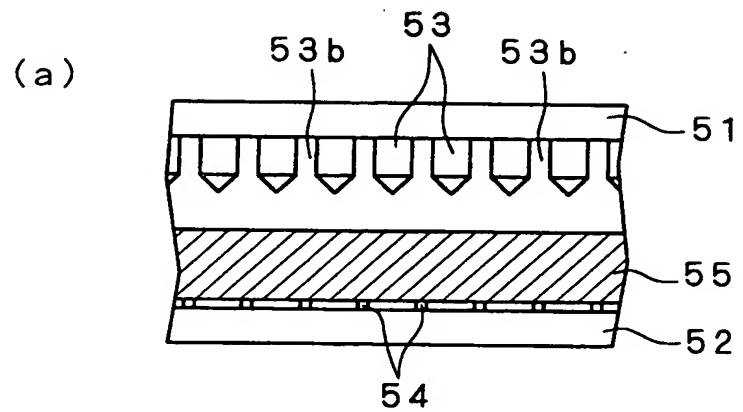
【図 8】



【図 9】

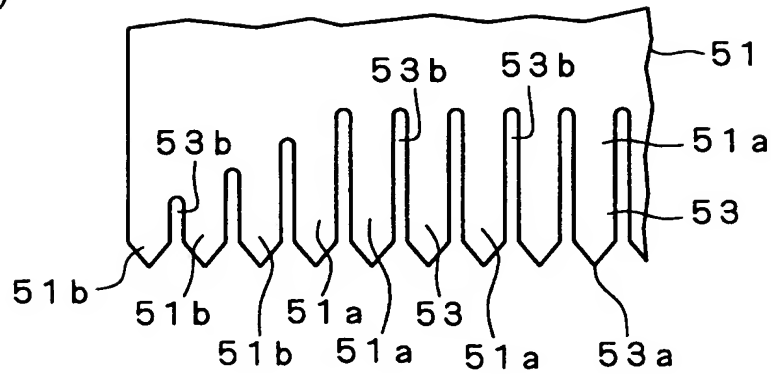


【図10】

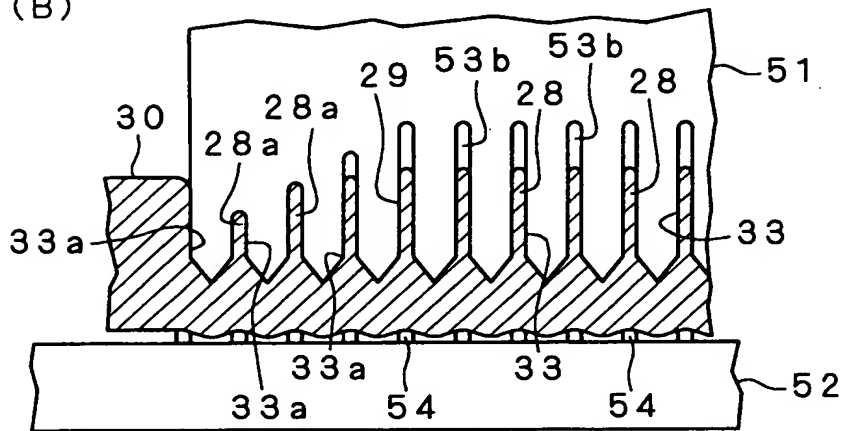


【図 11】

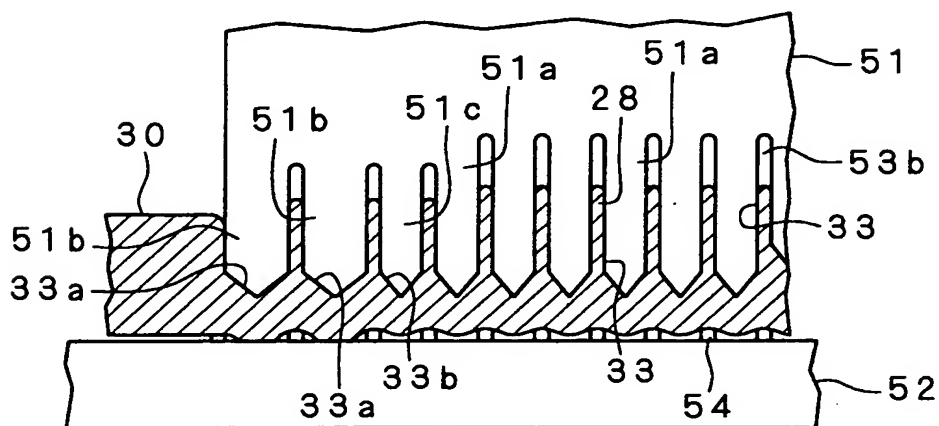
(A)



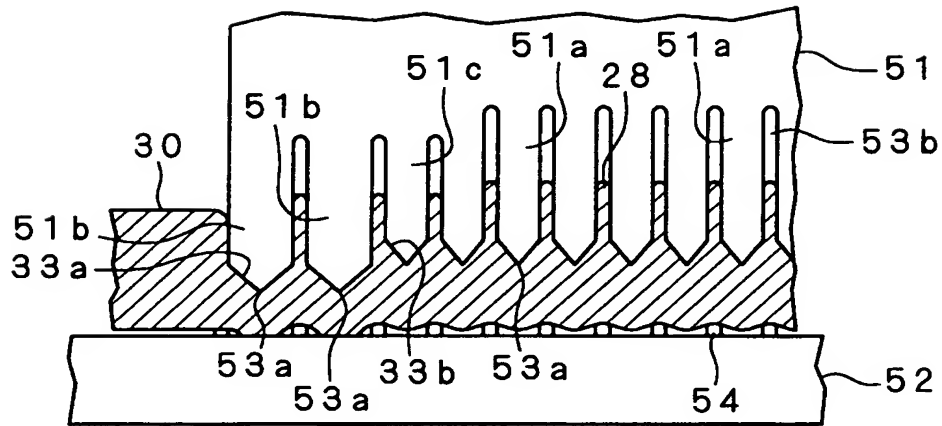
(B)



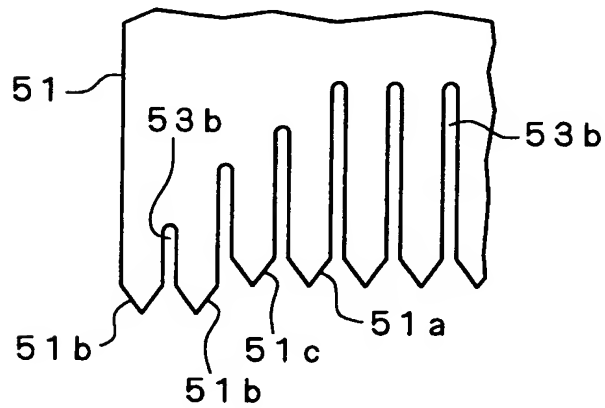
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 高精度の窪部形状を鍛造で成形する際に使用される鍛造加工パンチに良好なダミー成形パンチを保有させた鍛造加工パンチ等を提供する。

【解決手段】 空隙部 5 3 b を介在させて所定ピッチで列設した複数の成形パンチ 5 1 a を金属素材 3 0 に押付けることにより所定ピッチで列設された状態の窪部を成形する鍛造加工パンチ 1 であって、列設された成形パンチ 5 1 a の列の両端部に、列設状態の両端部の窪部をダミー窪部 3 3 a として成形するダミー成形パンチ 5 1 b が設けられている。したがって、ダミー成形パンチ 5 1 b によってダミー窪部 3 3 a が成形され、このダミー窪部 3 3 a は本来の窪部としての機能を果たさない状態におかれるため、異常寸法や異常形状はダミー窪部 3 3 a に集中され、それに代わって本来の窪部は健全な状態で確保される。

【選択図】 図 1 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 4
受付番号	5 0 2 0 1 2 5 1 3 1 7
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 9 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 8月23日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
セイコーエプソン株式会社